



*Nuove  
Tecnologie  
Ambientali s.a.s.*

**LA CREATIVITÀ AL SERVIZIO DELL'INGEGNERIA**

*Geotecnica*

# TERRA TIRANTATA



## **STRUTTURE DI CONTENIMENTO AD INGOMBRO ZERO**

Tecnologia innovativa per la risoluzione semplice e veloce di svariate problematiche in scarpate con terreni sciolti: stabilizzazione, protezione dall'erosione e/o messa in sicurezza di fronti di scarpate (tipo C ed S), ricostruzione di parte di scarpate asportate o da allargare (tipo R), consolidamento d'emergenza di tratti di rilevati le cui scarpate sono parzialmente erose dalle acque di scorrimento superficiali (tipo P), contenimento di scivolamenti superficiali di terreno (tipo B).

*documentazione  
tecnica*

## ► IL TERRENO E LE SUE CARATTERISTICHE

Il terreno è forse il materiale da costruzione più utilizzato nell'ingegneria civile, in esso e con esso si realizzano una grande varietà di strutture: strade e ferrovie (rilevati e trincee), dighe/argini, invasi, canali, edifici...; per garantire la stabilità di tali opere bisogna quindi conoscerne bene le caratteristiche.

Il terreno è un materiale eterogeneo costituito da un insieme di particelle solide aventi dimensioni/granulometria molto varia (da  $\mu\text{m}$  a  $\text{cm}$ ) e da uno o più fluidi (acqua, aria o entrambi), per tale motivo presenta delle caratteristiche meccaniche diverse da altri materiali noti (cls, acciaio etc.).

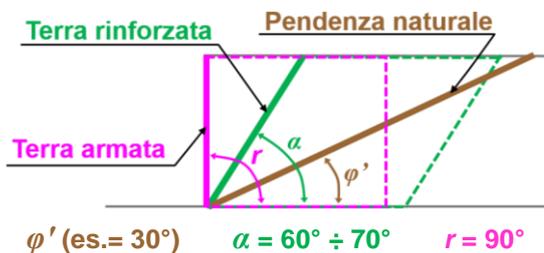


Fig. 1 - Paragone fronte scarpata con terreno naturale, Terra Rinforz. e Terra Armata.

In particolare il terreno presenta una discreta resistenza a compressione ma una scarsa resistenza a trazione/taglio; inoltre ha una deformazione a rottura abbastanza elevata ( $\approx 5\%$ ). La resistenza al taglio dipende da due parametri: l'angolo di resistenza al taglio  $\varphi'$  e la coesione  $C$  ( $c'$  se drenata,  $C_u$  se non drenata), di questi due tuttavia la coesione è presente solo nei terreni indisturbati, mentre è nulla in quelli riportati e/o rimaneggiati, è quindi impossibile realizzare scarpate stabili con materiale riportato con un angolo  $> \varphi'$ , se ciò fosse necessario si devono realizzare delle opportune strutture di contenimento.

Tali strutture di contenimento possono essere realizzate con varie soluzioni (v. pag.5) e materiali, da quelle più tradizionali, quali muri (in pietra, cls, c.a.) e gabbioni, ad altre realizzate con il terreno stesso, quali Terra Armata (T.A.) e Terra Rinforzata (T.R.), in cui il terreno è opportunamente accoppiato con materiali (metallici o sintetici) aventi elevata resistenza a trazione per compensarne le carenze (in maniera analoga al c.a.); ciò consente di realizzare pendenze del fronte molto elevate (anche verticali), ben maggiori di quelle consentite dalle caratteristiche geotecniche del terreno utilizzato; tali soluzioni consentono inoltre, per lavori di una certa dimensione, di realizzare molteplici vantaggi di diverso tipo: Tecnico, Esecutivo, Ambientale, Economico, Sicurezza, etc....

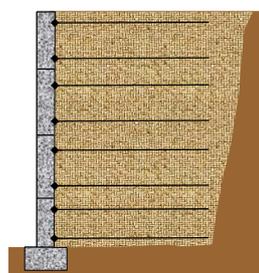


Fig.2a - Terra Armata

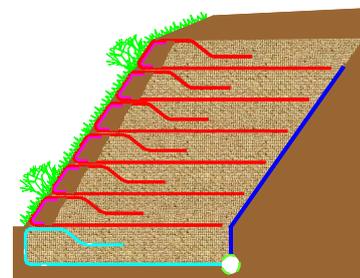


Fig. 2b - Terra Rinforzata

Per tali strutture di contenimento, realizzate in terra (T.A. T.R.) è quindi di fondamentale importanza la tipologia e l'entità dell'interazione fra il terreno ed il rinforzo (per dettagli v. pag. succ.).

Tuttavia oltre alla funzione (principale) di realizzare un efficace contenimento del terreno (scarpata, pendio, etc.) con la geometria e gli ingombri previsti per l'opera/struttura da realizzare o della quale è a servizio (strada, edificio, etc.) vi sono anche altre caratteristiche generali che accomunano o differenziano le varie soluzioni/tecnologie di contenimento, le principali sono:

- Flessibilità**  
*adattabilità alla forma in fase di costruzione*  
 una struttura di contenimento che, in base ai materiali che la compongono, si presenta "flessibile" e non rigida (es. muro in cls/c.a.) offre la possibilità di adattarsi facilmente e perfettamente a situazioni geometriche complesse quali curve, spigoli, etc., consentendo di realizzare una soluzione su misura per ogni caso specifico;
- Durabilità**  
*prestazioni della struttura nel tempo*  
 Introdotta dalle NTC08 la durabilità delle strutture ha assunto un'importanza fondamentale; si valuta tramite la vita nominale ( $V_N$ ) che, secondo la norma, deve eguagliare quella delle opere di cui è a servizio (strade etc.) suddivise in base all'importanza in: *opere provvisorie* ( $V_N \leq 10$  anni), *opere ordinarie* ( $V_N \geq 50$  anni) e *opere "strategiche"* ( $V_N \geq 100$  anni);
- Deformabilità**  
*comportamento a rottura – prevenzione collasso*  
 una struttura di contenimento "flessibile" ha in genere anche una certa deformabilità; se ben progettata e realizzata non si manifesta in fase di esercizio, ma solo in caso di collasso (es. sisma eccezionale) garantendo che l'opera non cederà in maniera istantanea (pochi secondi) come una struttura rigida, ma nell'arco di qualche minuto deformandosi progressivamente fino a cedere, consentendo così di evacuare l'opera in sicurezza;
- Rinverdibilità**  
*Mitigazione dell'impatto visivo*  
 caratteristica necessaria per il mascheramento/diminuzione dell'impatto visivo; obbligatoria per le opere realizzate nelle zone con vincoli paesaggistici, e sempre più richiesta nel caso di lavori privati (es. sistemazioni esterne di lottizzazioni); dipende dai materiali utilizzati per realizzare il fronte e dalla pendenza di quest'ultimo (entità dell'apporto meteorico).

### ► SOLUZIONI TRADIZIONALI DI RINFORZO: modalità d'interazione tra terreno e rinforzo

Per i vari materiali e la metodologia impiegata, la realizzazione delle Terre Armate e Rinforzate, si basa sull'interazione tra il terreno ed il materiale di rinforzo, tale interazione si esplica esclusivamente per attrito tra la superficie del suddetto rinforzo ed il terreno, come mostrato nelle figure seguenti. A livello progettuale si tiene conto di questa interazione, dovuta all'attrito, (minore di quello terreno-terreno), con un opportuno coefficiente che nelle migliori possibilità non supera il valore di 0,8.



Fig. 3 - Particolare interazione con terreno (attrito): sx bandella in acciaio per T.A. (fig. 3a); dx geogriglia per T.R. (fig. 3b).

### ► SOLUZIONE INNOVATIVA DI RINFORZO: Ancoraggi Platipus per terreni sciolti

I rinforzi tradizionali (per T.A. e T.R.) presentano quindi due importanti limiti: a) il coefficiente di attrito con il terreno è sempre  $< 1$  (max 0,8), e b) utilizzandosi con il terreno riportata non consentono di sfruttarne l'eventuale coesione. Per superare entrambi questi limiti sono stati messi a punto dei rinforzi innovativi: gli **ancoraggi Platipus per terreni sciolti**, questi sono costituiti da una testa detta ancora che si collega all'esterno tramite una fune/barra, bloccata poi con appositi accessori, l'interazione col terreno si ha quindi solo di testa tramite l'ancora che sollecita direttamente il terreno a compressione; in questo caso non esiste quindi un equivalente del coefficiente d'attrito (sempre  $< 1$ ) tra rinforzo e terreno<sup>(\*)</sup>.

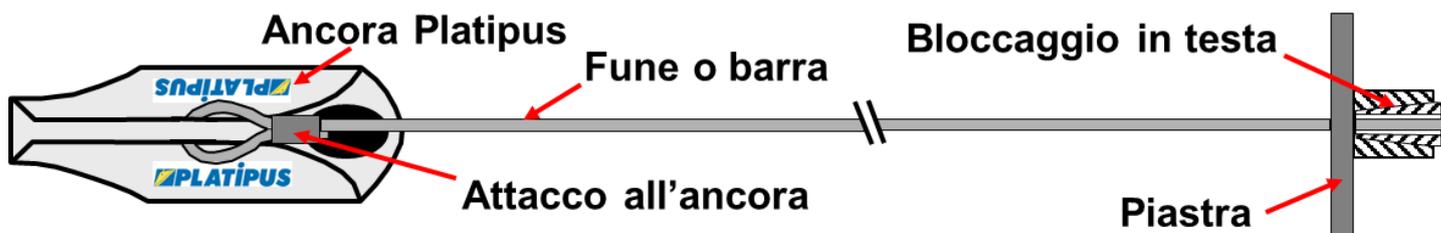


Fig. 4 - Componenti del sistema di ancoraggio per terreni sciolti utilizzato nelle Terre Tirantate

### ► ANCORAGGI CARATT. GENERALI E FUNZIONAMENTO/INTERAZIONE CON IL TERRENO

L'ancoraggio è infisso nel terreno per semplice compressione tramite un martello demolitore fino alla profondità voluta e successivamente reso operativo con una fase di tesatura. L'ancoraggio lavora quindi esclusivamente di "testa", e forma un cono di rottura che si oppone all'estrazione dell'ancora sollecitando il terreno a compressione, ed a taglio sulle superfici laterali del cono dove gli sforzi sono tra terreno e terreno con un coefficiente d'attrito che risulta quindi pari ad 1, (per maggiori chiarimenti su posa e funzionamento vedi, oltre alla pagina successiva, in cui è illustrato il comportamento tipico dell'ancora, anche il [depliant Sistema d'ancoraggio Platipus](#)).

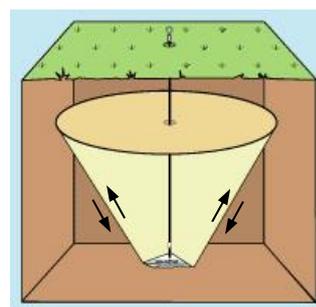


Fig. 5 - Cono di rottura

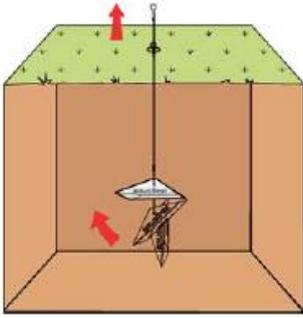
Riducendo al minimo il disturbo del terreno il sistema d'ancoraggio lavora quindi sfruttando oltre all'*angolo di resistenza al taglio* del terreno  $\varphi'$  come avviene nelle soluzioni tradizionali, anche la sua coesione ( $c'$ , o  $C_u$ ), riuscendo pertanto a lavorare bene sia in terreni granulari con elevato angolo di resistenza al taglio e coesione (in genere) bassa o nulla, sia in terreni coesivi come le argille che presentano un basso angolo di resistenza al taglio ma una coesione non drenata anche elevata.

Per le Terre Armate e Rinforzate la coesione dei terreni utilizzati per il riempimento è considerata (inevitabilmente) pari a zero poiché il terreno è riportato, anche se successivamente compattato.

Utilizzando gli ancoraggi per terreni sciolti è stata quindi messa a punto una soluzione innovativa per il contenimento dei terreni, tale soluzione/tecnologia che prende il nome di **Terra Tirantata (T.T.** vedi pag. 5), è quindi l'unica che riesce ad utilizzare/sfruttare efficacemente la coesione del terreno.

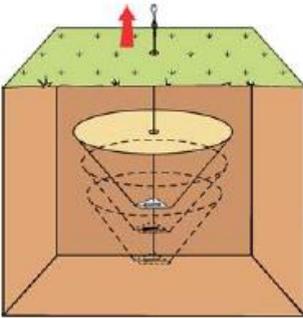
<sup>(\*)</sup> Per il calcolo degli ancoraggi si utilizza la teoria delle fondazioni di Terzaghi (terreni granulari) o Skempton (terreni coesivi)

## ► COMPORTAMENTO TIPICO DELL'ANCORA PLATIPUS



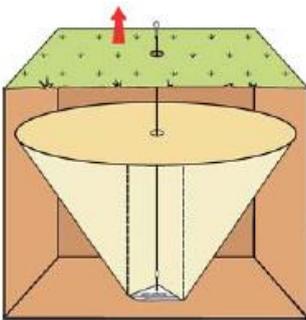
### PRECARICO

La prima fase dopo l'installazione è quella in cui viene applicato un carico, che risulta eccentrico, per far ruotare l'ancora nella sua posizione finale di funzionamento. In questa fase si hanno valori elevati sia di sforzo ma soprattutto di deformazione.



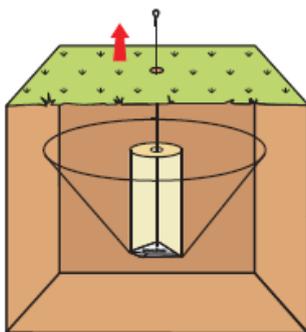
### COMPATTAZIONE E CARICO

La seconda fase è quella in cui il sistema di ancoraggio forma un tronco di cono di terreno a partire dall'ancora. In questo campo il carico aumenta in genere con delle basse deformazioni, queste ultime dipendono prevalentemente dalle caratteristiche del terreno.



### CARICO MASSIMO POSSIBILE

La terza fase è quella in cui si ha un ulteriore incremento di sforzo. Man mano che il carico si avvicina al valore massimo del terreno anche detto carico ultimo (o di rottura), lo sforzo aumenta con velocità decrescente fino alla rottura del terreno.



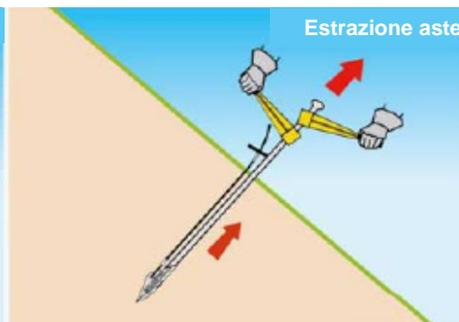
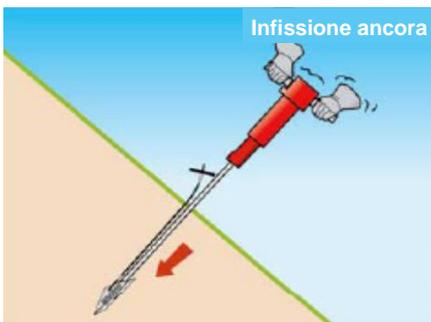
### ROTTURA DEL TERRENO E CEDIMENTO

Se gli sforzi superano la resistenza al taglio del terreno, il carico residuo diminuisce con elevati valori di deformazione e l'ancora viene estratta con una parte del terreno.



## ► MODALITÀ DI INSTALLAZIONE ANCORA PLATIPUS

Le fasi per l'installazione di un sistema d'ancoraggio per terreni sciolti sono essenzialmente tre:



## ► SOLUZIONI TRADIZIONALI PER IL CONTENIMENTO DEI TERRENI

► **Muro in c.a.** Struttura rigida con paramento rigido in c.a. a vista, si oppone alle spinte del terreno con una fondazione adeguata sulla quale agisce il peso del materiale di riempimento che vi poggia sopra e realizza un adeguato momento stabilizzante, che si oppone al momento ribaltante originato dalla spinta del terreno, il tutto mediato da un adeguato fattore di sicurezza.

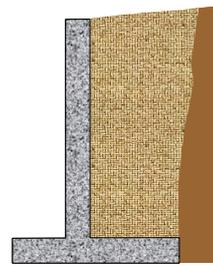


Fig. 6 - Muro in c.a.

Funzionam. a gravità ❌    Struttura flessibile ❌    Durabilità?    Deformabilità ❌    Struttura rinverdire ❌

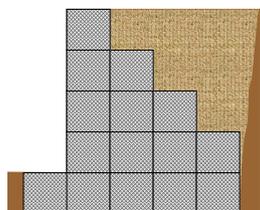


Fig. 7 - Gabbioni

► **Gabbioni** Struttura flessibile realizzata dall'accoppiamento di elementi scatolari di rete in acciaio zincato riempiti con materiale arido che svolgono la stessa funzione del muro e del terreno dietro. I gabbioni necessitano di elevati volumi con un conseguente elevato impatto ambientale sia locale che in altri siti (cave).

Funzionam. a gravità ✔️    Struttura flessibile ✔️    Durabilità?    Deformabilità ✔️    Struttura rinverdire ❌

► **Terra Armata (T.A.)** Struttura di contenimento semirigida in cui il paramento esterno è realizzato con pannelli in cls di limitato spessore poggianti su una piccola fondazione mentre la massa che origina il momento stabilizzante è costituita da un certo spessore di terreno rinforzato con delle armature metalliche zincate per supplire alla scarsa resistenza a trazione del terreno.

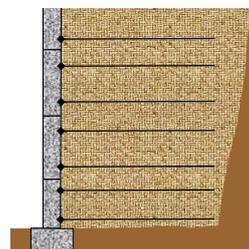


Fig.8 - Terra Armata

Funzionam. a gravità ✔️    Struttura flessibile ❌    Durabilità —    Deformabilità —    Struttura rinverdire ❌

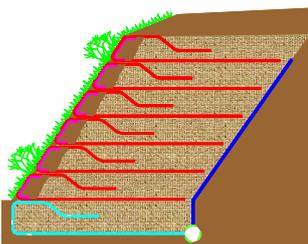


Fig. 9 - Terra rinforzata

► **Terra Rinforzata (T.R.)** Struttura di contenimento flessibile in cui il paramento esterno è realizzato con lo stesso materiale di rinforzo usato per il terreno, che in genere è costituito da materiali geosintetici aventi resistenza a trazione e durata adeguate all'applicazione prevista. La T.R. rispetto alle soluzioni precedenti è in genere completamente rinverdire e presenta una maggiore flessibilità e deformabilità prima del collasso.

Funzionam. a gravità ✔️    Struttura flessibile ✔️    Durabilità ✔️    Deformabilità ✔️    Struttura rinverdire ✔️

N.B.: Tutte queste strutture necessitano di opere accessorie come adeguate fondazioni e drenaggi delle acque d'infiltrazione a tergo le cui mancanze pregiudicano il funzionamento dell'opera/struttura.

► **SOLUZIONE INNOVATIVA: Terra Tirantata (T.T.)** Struttura di contenimento flessibile ed ad ingombro zero<sup>(\*)</sup> in cui il paramento esterno è in genere realizzato con una rete elettrosaldata di adeguate caratteristiche di resistenza e durata per il tipo di applicazione prevista, mentre il rinforzo del terreno in posto viene realizzato utilizzando dei tiranti/ancoraggi Platipus per terreni sciolti (vedi pagg. prec.). I materiali utilizzati presentano durata variabile, adeguata alla specifica applicazione da realizzare. La T.T. rispetto alle soluzioni tradizionali, sfrutta il terreno in posto senza asportarlo e rimaneggiarlo ne dover ricolmare lo scavo. In pratica si consolida e si sfrutta il terreno della scarpata senza realizzare alcun volume di scavo né di riporto<sup>(\*)</sup>, ciò consente di sfruttare anche la coesione del terreno in situ non disturbato. La T.T. è inoltre completamente rinverdire e presenta una maggiore compatibilità ambientale rispetto alle altre tecnologie, poiché richiede, per la sua realizzazione, molti meno materiali e lavorazioni. Infine in situazioni di scavo (es. trincee stradali), si può iniziare a realizzare la struttura oltre che dal basso e dopo aver completato lo scavo (come obbligatorio con tutte le soluzioni tradiz.) anche dall'alto mentre si procede con lo scavo, consentendo così di lavorare sempre in totale sicurezza.

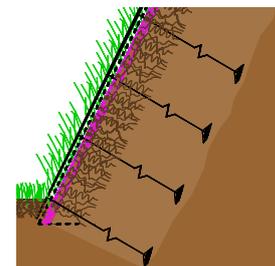


Fig.10 - Terra Tirantata

Funzionam. a gravità ✔️    Struttura flessibile ✔️    Durabilità ✔️    Deformabilità ✔️    Struttura rinverdire ✔️

(\*) Nei casi (tipo C ed S) in cui non si deve realizzare una ricostruzione della scarpata danneggiata da fenomeni erosivi.

## ► TIPOLOGIE TERRE TIRANTATE

Le Terre Tirantate possono essere utilizzate in diverse applicazioni, quali il contenimento e consolidamento del fronte di scarpate (tipo C ed S), la ricostruzione di parte della scarpata asportata o da allargare (tipo R), per realizzare il consolidamento d'emergenza, in tempi brevissimi, di tratti di rilevati, le cui scarpate si presentano parzialmente erose dalle acque di scorrimento superficiale (tipo P) o infine per il contenimento di scivolamenti superficiali di terreno (tipo B).

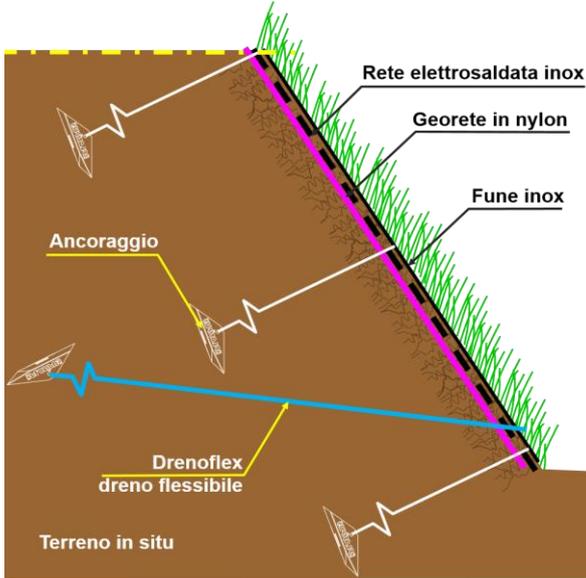


Fig. 11 - Terra Tirantata tipo C (consolidamento/contenimento)

► **Terra Tirantata tipo C ed S** Questa tipologia di T.T. è in genere utilizzata per il consolidamento, il contenimento, la protezione dall'erosione e la messa in sicurezza di scarpate, ottenute dallo scavo dei terreni il cui profilo deve presentare una pendenza superiore all'angolo di resistenza a taglio del terreno<sup>(\*)</sup> costituente la scarpata. La T.T. consente, man mano che si scava (iniziando dall'alto), di procedere al contenimento ed alla messa in sicurezza della scarpata. Un'altra tipologia d'intervento, è il consolidamento di una scarpata esistente, che presenta fenomeni d'instabilità, o per pendenze elevate, o per variate condizioni di carico, in entrambi i casi la soluzione riesce a mantenere la funzionalità della stessa, con interventi che risultano estremamente rapidi e ad ingombro zero, per cui si prestano anche per lavori in emergenza, sia di tipo provvisorio che definitivo senza creare alcuna interferenza con la zona superiore o con quella adiacente.

### ■ Campi/settori di applicazioni:



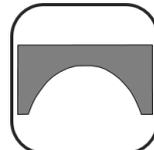
Geotecnica



Edilizia



Strade



Infrastrutture



Idraulica



Ambiente

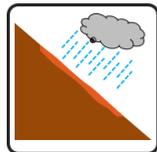
### ■ Problematiche



Stabilità versanti



Sicurezza



Erosione in asciutto

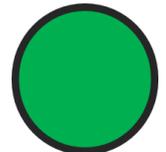
### ■ Durata dell'opera:



Breve termine (5 ÷ 10 anni)



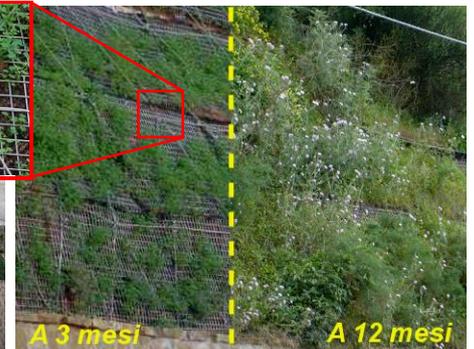
Medio termine (30 ÷ 50 anni)



Lungo termine (> 100 anni)



Balestrate (PA) - 2003



A 3 mesi

A 12 mesi

(\*) nella messa in sicurezza provvisoria di pareti di scavo su terreni coesivi che subiscono in maniera netta la perdita del contenuto di umidità, come le argille, la finitura superficiale può essere realizzata utilizzando una geomembrana per evitare l'essiccazione degli strati superficiali, il loro distacco a blocchi e l'innescio di ulteriori fenomeni di instabilità.

► **Terra Tirantata tipo R** Frequentemente in campo stradale, ma non solo, si riscontrano problemi di erosione localizzata sulle scarpate (in genere) in rilevato, come nel caso mostrato nella figura a fianco, dovute allo scorrimento superficiale di acque derivanti dalla concentrazione delle precipitazioni meteoriche (es. non adeguato funzionamento di: cordoli, cunette, fossi di guardia etc.)

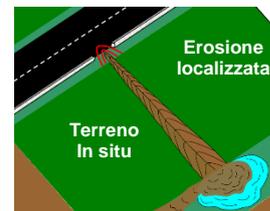


Fig.12 – Schema erosione

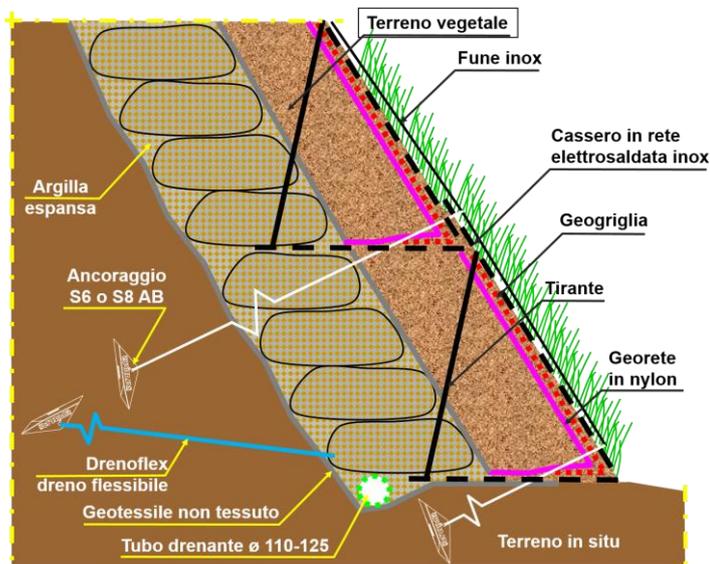


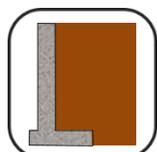
Fig. 13 - Terra Tirantata tipo R (ricostruzione)

La **Terra Tirantata tipo R** si applica in tutti quei casi in cui è necessario, oltre ad un intervento di consolidamento della scarpata, anche la ricostruzione di una parte di essa, o perché è stata asportata da un fenomeno erosivo localizzato, o per realizzarne l'allargamento.

La ricostruzione necessita di mantenere in situ sia materiale che costituisce il corpo del riempimento sia il terreno vegetale da collocare sul fronte esterno della struttura (a vista) necessario per consentire il mascheramento visivo ed il recupero vegetazionale dell'opera. Anche in questo caso l'intervento si può realizzare, con elevata rapidità, eliminando in tempi brevissimi le situazioni di pericolo ed evitando l'aggravarsi del fenomeno erosivo e delle possibili situazioni di instabilità che da esso possono originarsi.

Nei casi (tipici del settore stradale) in cui le scarpate sono molto estese (decine di metri) ed hanno pendenze elevate (> 35°), la soluzione ottimale è invece la **Terra Tirantata tipo P** (vedi pag. seguente).

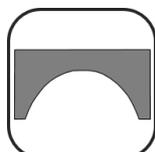
■ **Campi/settori di applicazioni:**



**Geotecnica**



**Strade**



**Infrastrutture**



**Edilizia**



**Idraulica**

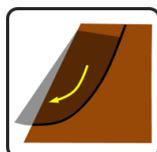


**Ambiente**

■ **Problematiche**



**Cedimenti localizzati**



**Stabilità versanti**

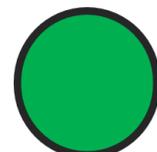


**Erosione in asciutto**

■ **Durata dell'opera:**



**Medio termine (30 ÷ 50 anni)**



**Lungo termine (> 100 anni)**



SS 191 km. 41+000 Mazzarino (CL) – 2003

► **TERRA TIRANTATA tipo P** Questa tipologia di T.T. è l'unica che consente di ripristinare la sede viaria, e la sua funzionalità, in totale sicurezza nei casi di fenomeni erosivi localizzati come quello schematizzato a fianco.

Erosioni localizzate in scarpate molto estese e con pendenze elevate ( $> 35^\circ$ ) rendono infatti la ricostruzione con le soluzioni tradizionali (muro, gabbioni, T.R. etc.) molto problematica da realizzare poiché, oltre ai possibili problemi di instabilità, non sono in genere disponibili gli spazi necessari per lavorare con mezzi meccanici soprattutto nella parte bassa della scarpata che rappresenta il punto di partenza obbligato da cui iniziare a realizzare il lavoro.

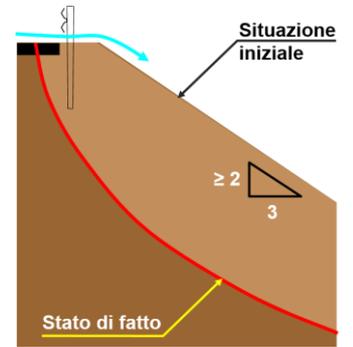


Fig. 14 Schema cedimento

Grazie alla **T.T. tipo P** si può invece intervenire all'inizio direttamente dalla sede viaria, e solo successivamente sulla zona già consolidata realizzando l'opera in totale sicurezza.

La soluzione prevede l'infissione, tramite battipalo o, per dimensioni nettamente maggiori, tramite la realizzazione di preforo, di un palo in acciaio che può presentare forme e dimensioni diverse. Tale palo viene successivamente tirantato, tramite opportuni ancoraggi, nella porzione di terreno stabile presente sotto la sede viaria realizzando così la soluzione riportata nella figura seguente. Anche tale tipo di terra tirantata, come quelli precedentemente descritti, consente di realizzare strutture con durata variabile (da 30 ÷ 50 fino a 120 anni) a seconda della necessità e della tipologia dell'opera/struttura al servizio/protezione della quale sono realizzate.

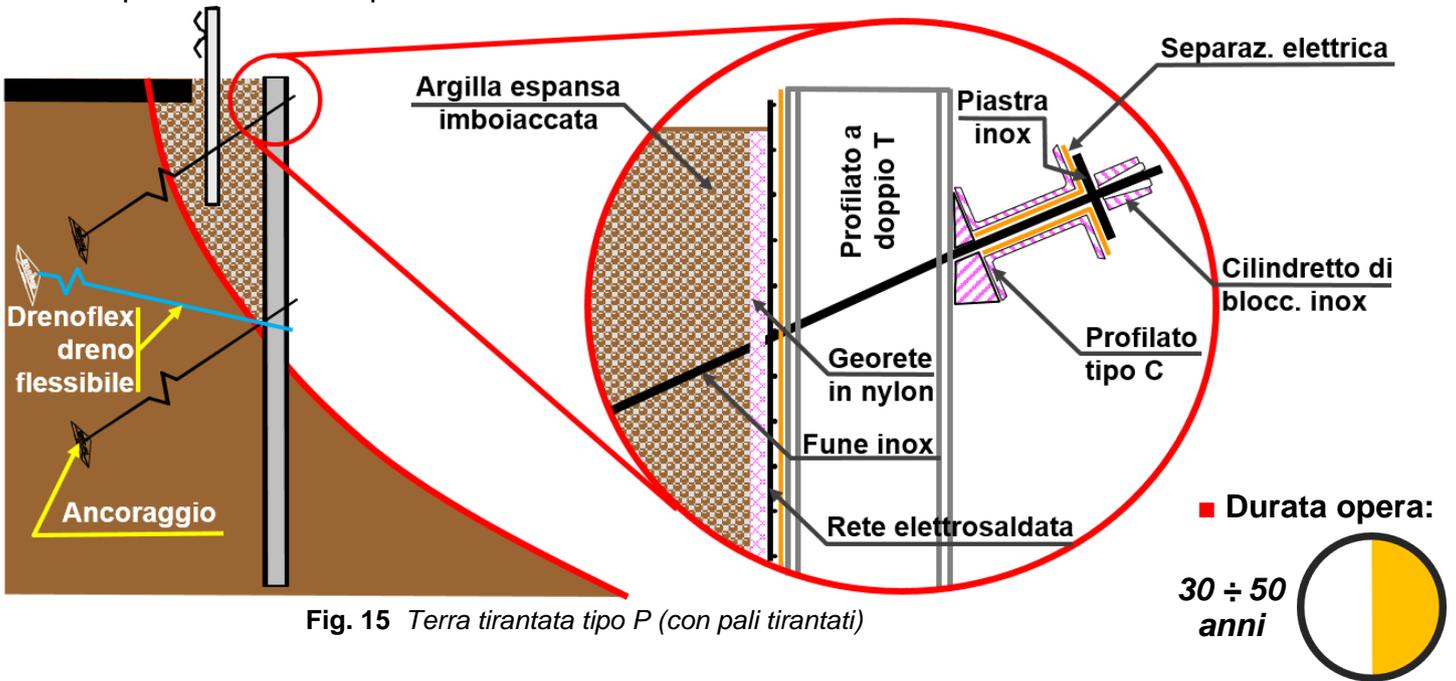


Fig. 15 Terra tirantata tipo P (con pali tirantati)

■ Durata opera:

30 ÷ 50  
anni



Medio termine

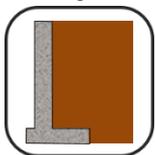
> 100  
anni



Lungo termine

■ Campi/settori di applicazioni:

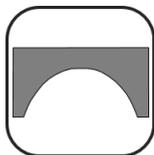
■ Problematiche:



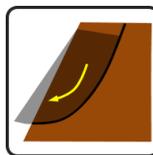
Geotecnica



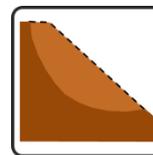
Strade



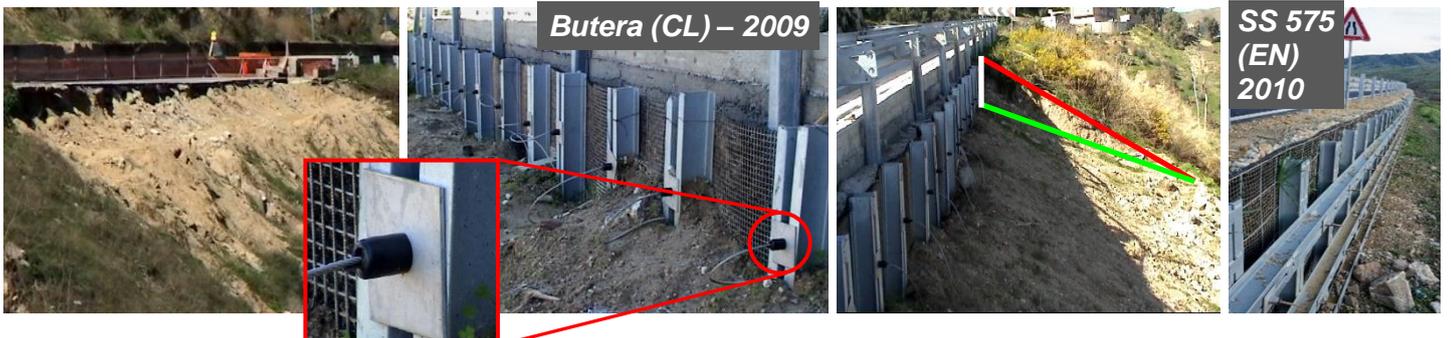
Infrastrutture



Stabilità versanti



Cedimenti localiz.



► **TERRA TIRANTATA tipo B** Questo tipo di T.T., è simile costruttivamente a quella “tipo P” si utilizza per risolvere un'altra problematica tipica soprattutto del settore stradale che si verifica nelle scarpate in scavo (trincee stradali) e illustrato qui a fianco.



Fig. 16 Schema colamento

In tal caso la stratigrafia dei terreni presenta uno strato superiore di materiale alterato di limitato spessore (0,5 ÷ 1,5 m) con caratteristiche geomeccaniche scadenti posto sopra ad uno strato di terreno con caratteristiche geomeccaniche notevolmente superiori: quando lo strato superficiale si satura (a causa delle precipitazioni meteoriche) le sue caratteristiche geomeccaniche diminuiscono ulteriormente e si manifestano fenomeni franosi (colamenti) localizzati che causano l'invasione della strada da parte del “fango”.

Se la scarpata ha una notevole estensione e, per vari motivi (tecnici, amministrativi, economici), non si può intervenire per tutta la sua estensione con altri interventi (drenaggi, fossi di guardia, etc.) allora si può realizzare, in prossimità della sede viaria una **T.T. tipo B** che va a costituire una vera e propria barriera in grado di bloccare completamente a tergo di essa tutto il materiale movimentatosi (franato) salvaguardando l'opera da invasioni di materiale; il materiale depositatosi sarà poi rimosso con calma durante le normali operazioni di manutenzione ordinaria.

Dal punto di vista realizzativo la **T.T. tipo B** è del tutto analoga al tipo P realizzata con pali tirantati (vedi pag. prec.) con l'unica differenza che la zona a tergo viene in questo caso lasciata parzialmente vuota per poter appunto consentire l'accumulo del materiale franato. Ovviamente anche questo tipo di T.T. si può utilizzare per interventi a medio termine (30 ÷ 50 anni) o lungo termine (> 100 anni).

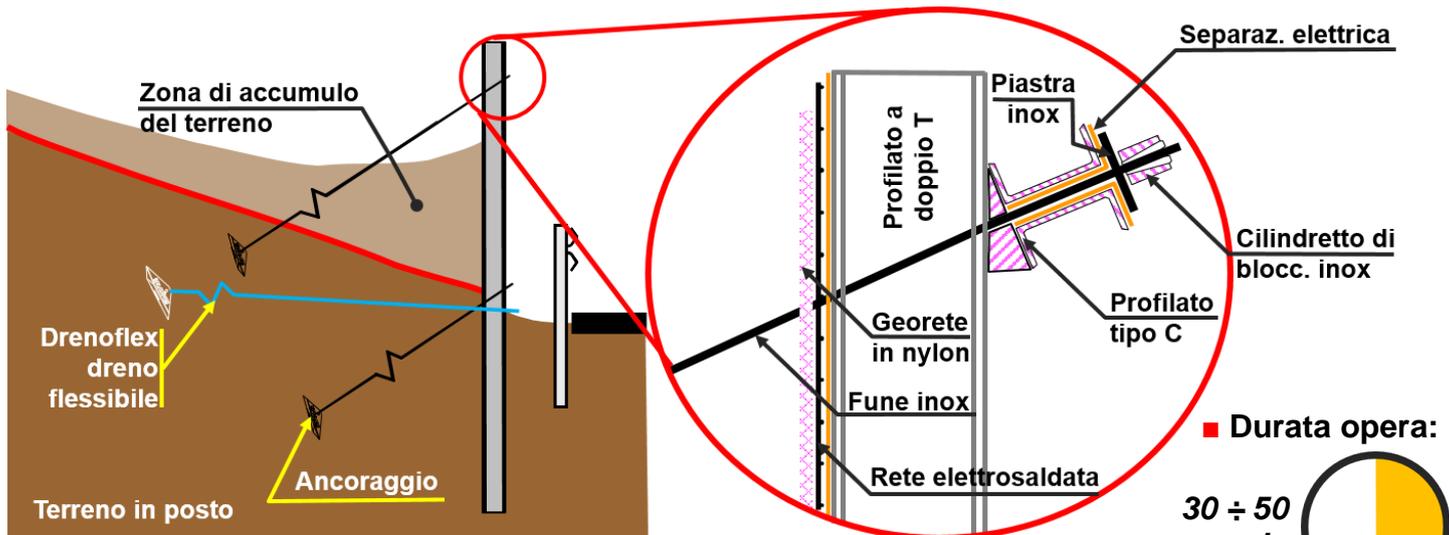
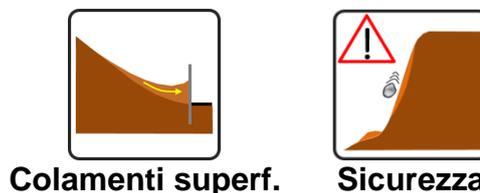


Fig. 17 Terra tirantata tipo B (con pali tirantati)

■ **Campi/settori di applicazioni:**



■ **Problematiche:**



■ **Durata opera:**



**Medio termine**



**Lungo termine**



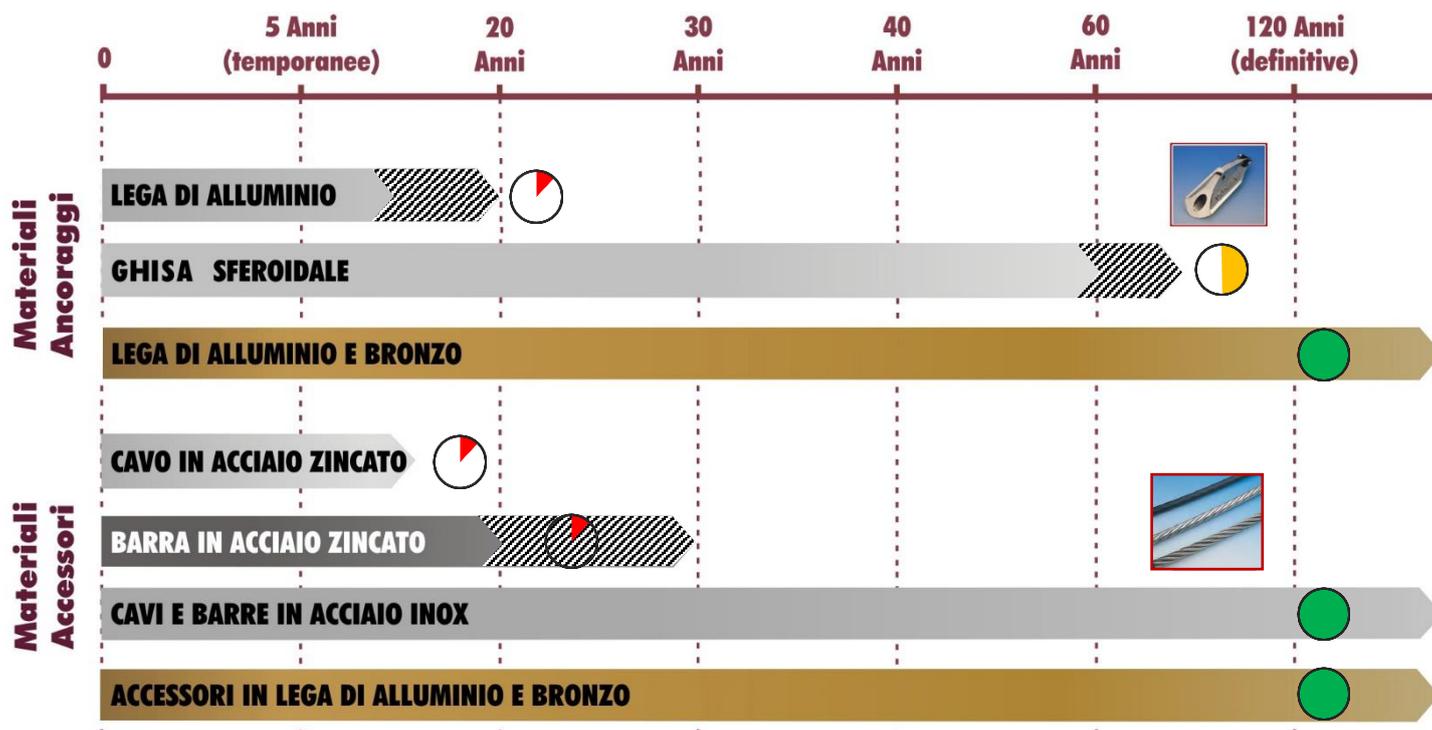
## ► COMPONENTI DELLE TERRE TIRANTATE: tipologia di ancoraggi Platipus ed accessori

A seconda delle caratteristiche dei terreni e della tipologia di applicazione che si deve realizzare, sono disponibili differenti tipologie di ancore, (per forma, dimensioni, e qualità dei materiali) e di componenti accessori in grado di garantire le caratteristiche prestazionali richieste dalla specifica tipologia di opera da realizzare, sia in termini di range di carico sia di vita utile dell'opera.

	Codice	Versione E/T	Dimensioni LxWxH [mm]	Materiali	Range di carico (*)
STEALTH	S06E		171 x 58 x 50	Alluminio (10 anni); Ghisa sferoidale (50 anni); Lega alluminio Bronzo (> 100 anni)	5÷25 kN
	S08E		263 x 90 x 76	Alluminio (10 anni); Ghisa sferoidale (50 anni); Lega alluminio Bronzo (> 100 anni)	10÷40 kN
BAT	B04T		310 x 110 x 93	Ghisa sferoidale (50 anni); Lega alluminio Bronzo (> 100 anni)	20÷60 kN
	B06T		336 x 206 x 91	Ghisa sferoidale (50 anni); Lega alluminio Bronzo (> 100 anni)	30÷100 kN(*)

N.B.: Il carico utile di un ancoraggio dipende dalle caratteristiche geotecniche del terreno e dalla sua profondità d'infissione.

## ► DURATA O VITA UTILE DEL SISTEMA DI ANCORE PLATIPUS



(\*) Se dovessero essere necessari carichi superiori (fino a 200 kN), o nel caso di terreni con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti, si possono avere a disposizione degli ancoraggi ancora più grandi (modelli B08T e B10T).

► **PARAGONI VARIE TECNOLOGIE CON TERRA TIRANTATA (tipo C ed S, tipo R, tipo P e B)**

<b>PARAGONE TECNICO</b>						
Tipologia Problematiche	<i>Muro in c.a.</i>	<i>Gabbioni</i>	<i>Terra Rinforzata</i>	<i>Terra tirantata</i>		
				<i>Tipo C ed S</i>	<i>Tipo R</i>	<i>Tipo P e B</i>
Durata opera (anni)	40-50	40-50	> 100	> 100	> 100	> 100
Necessità scavi	SI	SI	SI	NO	SI (Regolariz.)	NO
Volume scavi	Elevati	Elevati	Elevati	Nessuno	Molto Limitati	Nessuno
Necessità riporti	SI	SI	SI	NO	SI (Riempim.)	SI
Volume Riporti	Elevati	Elevati	Elevati	Nessuno	Molto Limitati	Limitati
Qualità Riporti	Scarsa	Molto Elevata	Elevata	-	Variabile	Variabile
Tempo di attesa per funzionamento opera	Elevato	Medio	Medio-Basso	Molto basso (immediato)	Basso	Basso
Altezza max opere realizzate con riporto	Media	Bassa	Elevata	-	Media	Media
Altezza max opere realizz. senza riporto	Molto bassa	Molto bassa	Impossibile	Qualsiasi	-	-
Flessibilità struttura	≈ nulla	Media	Media	Elevata	Medio elevata	Medio elev.
Deformabilità a rott.	≈ nulla	Media elevata	Media elev.	Elevata	Medio elevata	Medio elev.

<b>PARAGONE ESECUTIVO/REALIZZATIVO E SICUREZZA</b>						
Tipologia Problematiche	<i>Muro in c.a.</i>	<i>Gabbioni</i>	<i>Terra Rinforzata</i>	<i>Terra tirantata</i>		
				<i>Tipo C ed S</i>	<i>Tipo R</i>	<i>Tipo P e B</i>
Accessibilità sito necessaria	Molto Buona	Molto Buona	Molto Buona	Anche molto limitata	Anche molto limitata	Anche limitata
Tipologia Attrezzature	Camions Escavatore Betoniera pompa cls	Camions Escavatori	Camions Escavatori Rullo	Attrezzature portatili	Attrezzature Portatili	Attrezzature portatili + eventuale battipalo
Tempi di realizzazione	Molto elevati	Elevati	Elevati	Molto limitati	Limitati	Limitati
Dimensioni struttura	Medio / Grandi	Medio / Grandi	Medio / Grandi	Anche molto piccole	Anche molto piccole	Anche molto piccole
Sicurezza fronti di scavo	Limitata si disturba il terreno	Limitata si disturba il terreno	Molto Limitata si disturba molto il terreno	Molto buona	Buona (si disturba poco il terreno)	Buona

<b>PARAGONE AMBIENTALE</b>						
Tipologia Problematiche	<i>Muro in c.a.</i>	<i>Gabbioni</i>	<i>Terra Rinforzata</i>	<i>Terra tirantata</i>		
				<i>Tipo C ed S</i>	<i>Tipo R</i>	<i>Tipo P e B</i>
Quantità materiali utilizzati	Elevata	Elevata	Molto elevata	Molto bassa	Bassa	Bassa
Reperibilità materiali utilizzati	Buona	Dipende da distanza cava-cantiere	Media (riempim.) Elevata (rinforzo)	Molto elevata	Elevata	Molto elevata
Impatto ambientale (mat. prime + trasp.)	Elevato	Molto elevato	Molto elevato	Molto basso	Basso	Basso
Impatto ambientale (fase realizzativa)	Molto elevato	Molto elevato	Molto elevato	Molto basso	Basso	Basso
Rinverdibilità struttura	NO	Molto bassa	Molto elevata	Molto elevata	Molto elev.	Bassa
Impatto visivo della opera (post-realizz.)	Molto elevato	Molto elevato	Basso	Molto basso	Molto basso	Medio basso
Recupero qualità ambientale	Nulla	Molto basso	Elevato	Elevato	Elevato	Medio-elevato

Settori	Problematiche	Tipologia di lavori	Tipologia di Terra Tirantata
<b>Geotecnica</b> 	Stabilità versanti Cedimenti localizzati Erosione in asciutto Colamenti superficiali Sicurezza	Contenimento/consolidamento e protezione dall'erosione di scarpate ripide e versanti; Ricostruzione di scarpate soggette a cedimenti e/o a fenomeni erosivi localizzati; Messa in sicurezza di fronti di scavo ripidi	<b>C, S, R, P, B</b>
<b>Strade ed infrastrutture</b> 	Cedimenti localizzati Stabilità versanti Sicurezza Colamenti superficiali Erosione in asciutto	Ricostruzione di scarpate soggette a cedimenti e/o a fenomeni erosivi localizzati; Realizzazione di piccoli allargamenti; Contenimento/consolidamento e/o messa in sicurezza di scarpate e fronti di scavo ripidi; Protezione dall'erosione (in asciutto) e recupero ambientale di scarpate e versanti	<b>C, S, R, P, B</b>
<b>Edilizia</b> 	Stabilità versanti Sicurezza Erosione in asciutto Cedimenti localizzati	Contenimento/consolidamento di scarpate; Messa in sicurezza fronti di scavo ripidi; Ricostruzione di scarpate soggette a cedimenti e/o fenomeni erosivi localizzati; Protezione erosione (in asciutto)	<b>C, S, R</b>
<b>Idraulica</b> 	Stabilità versanti Erosione in bagnato	Rinforzo rivestimenti idraulici (di canali); Salti Idraulici filtranti; Contenimento/consolidamento di scarpate ripide; Ricostruzione di scarpate soggette a cedimenti e/o fenomeni erosivi localizzati	<b>C, R</b>
<b>Ambiente</b> 	Stabilità versanti Sicurezza Erosione in asciutto	Recupero ambientale/superficiale e protezione dall'erosione scarpate e versanti; Fissaggio geomembrana HDPE in scarpate ripide (messa in sicurezza provvisoria di discariche)	<b>C, S</b>

## ► OPERE COMPLEMENTARI E/O ACCESSORIE

Il **Drenoflex** è un dreno suborizzontale flessibile realizzato accoppiando un ancora (tipo S8) con un nastro drenante flessibile e con elevatissima resistenza allo schiacciamento.

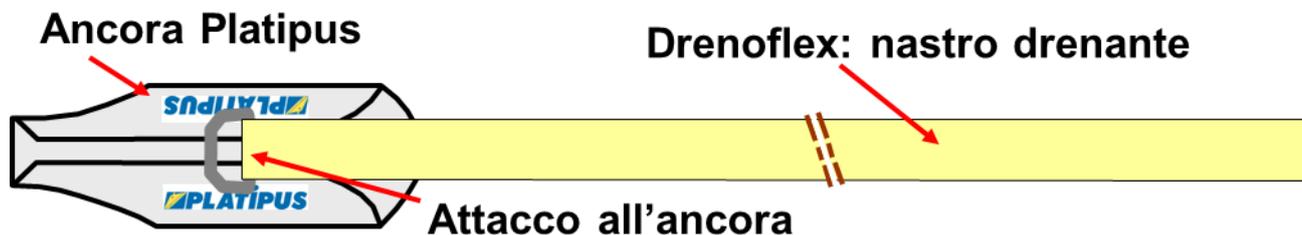


Fig. 18 - Componenti del sistema di drenaggio flessibile Drenoflex.

Grazie alla presenza dell'ancoraggio il **Drenoflex** si installa con la medesima attrezzatura utilizzata per l'infissione degli ancoraggi Platipus realizzando quindi un'installazione molto semplice, veloce ed economica rispetto ai dreni tradizionali (per profondità fino a 6÷7 m).

La flessibilità e la deformazione del nastro drenante ne assicurano il funzionamento anche in caso di (limitati) movimenti del terreno.



Principali vantaggi:

- Funzionamento anche in caso di (limitati) cedimenti/movimenti del terreno;
- Installazione semplice, veloce e realizzabile in zone con accesso limitato;
- Installazione realizzabile in poco tempo anche da personale non specializzato;
- Elevata durata nel tempo;
- Efficace riduzione/annullamento delle pressioni neutre nei terreni;
- Soluzione più economica rispetto alle soluzioni tradizionali;
- Bassissimo impatto ambientale.